

ANÁLISIS DE UN CASO DE RESPUESTA EN DEMANDA COMO REFERENTE  
PARA EL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO

JULIAN DAVID HERNANDEZ ARBOLEDA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA

PEREIRA

2019

ANÁLISIS DE UN CASO DE RESPUESTA EN DEMANDA COMO REFERENTE  
PARA EL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO

JULIAN DAVID HERNANDEZ ARBOLEDA

Monografía presentada como requisito para optar al título de  
Ingeniera Electricista

DIRECTOR  
ING. HAROLD SALAZAR ISAZA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
INGENIERÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2019

## Contenido

<b>Capítulo 1 Presentación del Proyecto.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos. ....	2
1.3 Aportes del proyecto. ....	2
1.4 Estructura del documento .....	2
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción y adaptación del tema .....</b>	<b>4</b>
2.1 Introducción.....	4
2.2 Filosofía del tema.....	5
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>6</b>
<b>Análisis general de la implementación de los programas de respuesta en demanda.....</b>	<b>6</b>
3.1 Análisis económico de los programas de respuesta en demanda .....	6
3.2 Beneficios de los programas de respuesta en demanda. ....	7
3.3 Mecanismos para la implementación de los programas de respuesta en demanda .....	8
3.4 Costos relacionados.....	10
3.5 Consideraciones para implementación de los programas .....	11
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>13</b>
<b>Experiencia de los programas de respuesta en demanda .....</b>	<b>13</b>
4.1 Experiencia internacional .....	13
4.2 Experiencia nacional .....	14
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>17</b>
<b>Estudio caso internacional.....</b>	<b>17</b>
5.1 Descripción del caso .....	17
5.2 Surgimiento .....	17
5.3 Estructura comercial .....	18
5.4 Bases para principios de operación.....	19
5.4.1 Eficiencia y productividad .....	19
5.4.2 Uso de las fuerzas del mercado .....	19
5.4.3 Rol de la política pública .....	20
5.4.4 Integración .....	20
5.4.5 Protección del medio ambiente .....	20
5.4.6 Simplicidad administrativa .....	20
5.5 Principios para operar en el mercado .....	20

5.5.1 Introducción .....	20
5.5.2 Estrategias .....	21
5.5.3. Efecto de las estrategias .....	24
5.6 Conclusiones.....	24
<b>Conclusiones .....</b>	<b>26</b>
<b>Capítulo 7.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>28</b>

**Lista de tablas**

Tabla 1. Relación Estrategias-Clientes.....	26
---	----

**Lista de figuras**

Fig. 1. Demanda elástica e inelástica.....	7
Fig. 2. Esquema de implementación de programas de respuesta en demanda.....	9
Fig. 3. Comportamiento de la demanda anual de energía eléctrica en Colombia.....	16
Fig. 4. Estructura comercial de los programas de respuesta en demanda traída al caso nacional.....	18

### **Agradecimientos**

En primera instancia le doy gracias a la vida, por brindarme tantos momentos maravillosos y permitirme alcanzar tantos sueños propuestos, para continuar agradezco a mi familia su incondicional apoyo para lo que ha sido y seguirá siendo mi proceso es vital, a mi director de tesis por las enseñanzas y avances en la formación profesional, y a todos y cada uno de ustedes que han sido parte de mis procesos, que me han fortalecido y han contribuido para este desarrollo, es un gusto vivir estas etapas de la vida y compartirlas con ustedes, de corazón mil gracias!

## **Capítulo 1**

### **Presentación del Proyecto**

#### **1.1 Introducción**

Los sistemas eléctricos de potencia siempre han sido una gran área de estudio por la importancia que estos dispone en la sociedad, en temas tanto operativos, cómo económico y políticos, donde el objetivo es la correcta relación de estos tres campos y su óptimo funcionamiento. Ahora con el surgimiento de las nuevas tecnologías y nuevas tendencias de consumo estos campos están sujetos a reestructuraciones, reformulaciones e innovaciones, con la idea de hacer una inclusión de estos nuevos cambios al sector eléctrico de potencia y establecer nuevamente el óptimo funcionamiento y la correcta relación entre los diferentes campos.

Partiendo de lo anterior, surge la necesidad de diseñar nuevos modelos de negocios con los cuales pueda relacionar la inclusión de las nuevas actualizaciones y su óptimo impacto en el sistema. Uno de los modelos de negocios que están presentando son los programas de respuesta en demanda, los cuales se proponen en Colombia como un modelo de negocio que tiene como finalidad aumentar la confiabilidad del sistema para épocas de escasez, respaldando las obligaciones de energía firme a las unidades de generación que participen en el Cargo por confiabilidad[1].

Finalmente, esta monografía busca con plantear nuevas visiones para todos los grupos de interés del mercado eléctrico, con respecto a los beneficios, servicios que brinda, y mecanismos de implementación de programas de respuesta en demanda, abriendo así un panorama en el cual se considere otras ideas, otras propuestas y otros escenarios que también son importantes al momento de la implementación de dichos programas.

## **1.2 Objetivos.**

**1.2.1 Objetivo general.** Entender cómo los programas de respuesta en demanda pueden ser una opción de negocio para el mercado eléctrico.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Entender las nuevas actualizaciones que se están presentando en el sistema eléctrico de potencia, tanto operativo como comercial.
2. Identificar que es un modelo de negocio y apropiarlo en el sector eléctrico.
3. Expresar los programas de respuesta en demanda como modelo de negocio para el sector eléctrico.
4. Proponer una idea de implementación de programas de respuesta en demanda en cual me ejemplifique la relación de los diferentes agentes del mercado.
5. Analizar los beneficios que conlleva la implementación de programas de respuesta en demanda para casos extranjeros y nacionales.

## **1.3 Aportes del proyecto.**

Esta monografía basada en el caso internacional de New England, ayudará a identificar los beneficios que trae implementar los programas de respuesta en demanda con un enfoque comercial y de mercadeo, ya que para el entorno local se tienen enfoques y experiencias limitadas a la confiabilidad del sistema, así con esto se abren nuevas ideas para la implementación de los programas bajo otras finalidades y con grandes beneficios.

## **1.4 Estructura del documento**

La estructura que llevará el documento empezará con la descripción del proyecto en el cual entenderemos la finalidad y los aportes que se desean lograr. Posteriormente en el capítulo dos se inicia con la descripción del proyecto como tal y se hace la adaptación de la filosofía del tema la cual es base para entender el resto del documento. Luego en el capítulo 3 se



ingresa al estado del arte del documento y se analiza la vinculación de los programas de respuesta en demanda al sector eléctrico visto desde varias perspectivas. En el capítulo 4 se da a conocer las experiencias que ha tenido los programas tanto en entornos locales como extranjeros, para el capítulo 5 se hace una extracción de esta experiencia internacional con el fin de promover en el entorno local estos programas pero con otros beneficios y otros principios de operación. Finalmente en el capítulo 6 se concluye el trabajo y se dan las reseñas que fueron base para su elaboración.

## **Capítulo 2**

### **Introducción y adaptación del tema**

#### **2.1 Introducción**

Actualmente el sector eléctrico de potencia se está sometiendo a una gran cantidad de cambios que agrupándolos todos generan algo significativo y de cuidado para dicha área. El incremento del consumo eléctrico es inevitable y se proyecta que para el año 2035 la demanda mundial se incremente en un 70% según el informe de las naciones unidas [2], y dado que actualmente la generación eléctrica a nivel mundial es un 80% producida por centrales termoeléctricas [2] se empiezan a ir considerando nuevas ideas alrededor del tema y es aquí cuando surgen las fuentes de generación no convencionales a grande y pequeña escala, el empoderamiento de la demanda, microrredes y entre muchas otras ideas con el fin de obtener un sistema de alta confiabilidad, alta eficiencia y que contribuya a la disminución de los impactos ambientales que su propio desarrollo puede generar.

Empoderamiento de la demanda o respuesta en demanda a pesar de que se ve como una de las posibles ideas que nos pueden servir para las futuras proyecciones, es un tema que va de la mano con todas las actualizaciones que el sistema esté presentando, ya que me expresa el actuar de los usuarios finales frente a las diversas condiciones que el sistema eléctrico pueda presentar en general, pueden ser condiciones operativas, condiciones económicas, o ambas en la mayoría de los casos, y dado que generalmente el actuar de los usuarios finales no es muy significativo se generan este tipo de modelo de negocio, con el fin de crear programas que generen un mayor impacto en el actuar de la demanda, que sea una demanda más participativa y así tener un camino adicional con el cual se pueda suplir algunos de los déficits que el sistema pueda estar presentando.

## **2.2 Filosofía del tema**

### **¿Qué es un modelo de negocio?**

Un modelo de negocio es el estudio previo que se hace a un posible negocio que se vaya a implementar en una empresa, el modelo de negocio describe las reglas, condiciones y cualquier otro aspecto a tener en cuenta en el negocio como tal [3].

### **¿Qué es la respuesta en demanda?**

La respuesta en demanda es un modelo de negocio que relaciona el actuar de la demanda frente a las variaciones en el producto que se le esté ofertando, dichas variaciones pueden ser cuantitativas o cualitativas [4].

### **Respuesta en demanda para el sector eléctrico**

La respuesta en demanda se incursiona al mercado eléctrico como una alternativa de solución que resuelva los posibles problemas que el sistema eléctrico conlleve, estos problemas puede ser la inclusión de nuevas tecnologías, los cambios climáticos, expansiones de infraestructura, entre otros, promoviendo así la participación de la demanda en el mercado minorista.

## Capítulo 3

### Análisis general de la implementación de los programas de respuesta en demanda

#### 3.1 Análisis económico de los programas de respuesta en demanda

En la actualidad aparte de ser un negocio tan rentable el de la energía eléctrica por la gran necesidad que tomó en la sociedad el uso de sus servicios, tiene un mercado orientado a la competencia bajo buenas prácticas y recomendaciones ya que no existe un único diseño[5], posterior a esto se debe tener en cuenta el comportamiento de todos los agentes ya que estos caracterizan el tipo de mercado, cómo lo son las componentes que tienden a ser un monopolio natural por la inviabilidad económica que conlleva evitar éste monopolio, compartimiento de la demanda y de la oferta, y bajo todo esto se diseña y se replantean las prácticas que se creen que cumplen un óptimo trabajo.

El mercado eléctrico colombiano se basa hoy en día en dos tipos de mercados muy importantes, un mercado mayorista que es la transacción que hay entre generadores y comercializadores y/o clientes no regulados y un mercado minorista que es donde se le vende la energía eléctrica a los clientes regulados, dicho mercado minorista consta de una demanda inelástica (Fig. 1) dado los hábitos de consumo de los usuarios y que no existe un producto sustituto ni complementario para la energía eléctrica.

Con lo anterior se busca que con la implementación de programas de respuesta en demanda mejoremos esas buenas prácticas de operación que lleven a un mercado con mayor eficiencia, dado que dicha implementación me varía la demanda, pasándola de una demanda inelástica a una demanda elástica.

A continuación se mostrará en la figura 1, dos gráficas las cuales representan la variación de una demanda inelástica a una demanda elástica y cómo esto cambia algunas variables en el equilibrio del mercado.

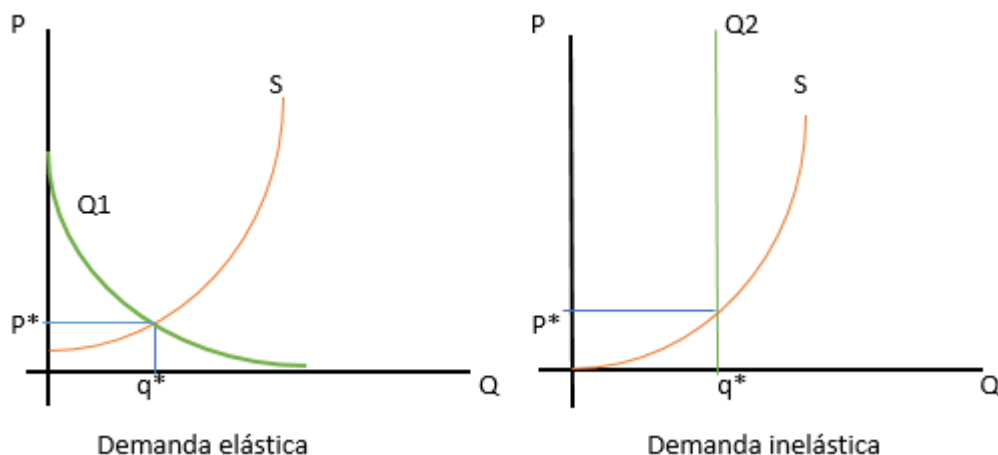


Fig. 1. Demanda elástica e inelástica [5].

En la figura 1 se aclara visualmente los cambios que tiene pasar de una demanda inelástica a una demanda elástica. Donde Q1 y Q2 son curvas de demanda agregada, S es la curva de oferta agregada y  $p^*$ ,  $q^*$  son los puntos de equilibrio.

A continuación se enunciarán tres grandes características que implican el cambio anteriormente descrito

- Disminuye la volatilidad del precio dado que los usuarios tienen una respuesta ante las variaciones que éste presente [5].
- No es necesario fijar un precio techo ya que Q1 entra como barrera superior a limitar el bienestar social, y así evitar tomar precios techos que perjudiquen a los usuarios.
- Una demanda elástica es una demanda que aporta mejor equilibrio para un mercado orientado a la competencia [5].

### 3.2 Beneficios de los programas de respuesta en demanda.

En esta parte del documento se analizará los beneficios que trae para el sector eléctrico de potencia la incorporación de mecanismos de respuesta en demanda [6], dado que se varían componentes técnicas como lo es la cantidad de energía eléctrica demandada por la región, por ende cambiar esta variable tan importante para el panorama eléctrico va a traer unas

repercusiones que bien entendidas y controladas son beneficiosas para la planeación y operación del sistema.

A continuación se presenta un listado de los beneficios que se pueden alcanzar con la incorporación de los programas de respuesta en demanda.

- Se tiene un aumento en la confiabilidad del sistema por la prestación de servicios de energía firme y reserva rodante.
- Se reducen planes de expansión de infraestructura.
- Resulta mucho más beneficioso usar planes de respuesta en demanda que la ampliación de la infraestructura.
- Se tendrá un mercado orientado a la competencia lo que aumenta el bienestar para todos los grupos de interés de la energía eléctrica.
- Se realizarán cambios en las barreras regulatorias y así permitir aumento en la simplicidad para futuros proyectos
- Las empresas distribuidoras y comercializadoras tendrán reducción de costos

### **3.3 Mecanismos para la implementación de los programas de respuesta en demanda**

En este capítulo se definirá las componentes relacionadas a la operatividad del programa como tal, existen diferentes mecanismos de aplicación de los programas de respuesta en demanda y cuya diferencia radica en la finalidad del programa, se pueden tener finalidades puramente limitadas a los aspectos económicos o finalidades limitadas a los aspectos técnicos del sistema, también se puede tener una finalidad en la que relacione las dos anteriores y existe una mejor flexibilidad. Posterior a esto se enseña desde un punto de vista cualitativo algunos costos relacionados y recomendaciones culturales por parte de los usuarios.

Hoy en día se tienen tres grupos importantes de mecanismos de respuesta en demanda aplicados internacionalmente los cuales se muestran a continuación [7]:

**Mecanismos de relación de tiempo:**

En este mecanismo se presentan tres programas el cual uno es la actualización o mejora del otro y consiste básicamente en darle un precio variable a la energía eléctrica durante intervalos del día, este tipo de mecanismos tienden a beneficiar principalmente aspectos económicos del sector eléctrico ya que trabaja la demanda en el mercado minorista y consecuente a esto vendrán los beneficios para los otros componentes del sector eléctrico.

**Mecanismos por confiabilidad:**

En este mecanismo se realiza un control en algunas cargas, generalmente grandes cargas, y se da respaldo a obligaciones de energía firme y condiciones de escasez para el sistema. Este tipo de mecanismos contribuye en primera instancia a los aspectos técnicos del sistema y posteriormente las otras componentes.

**Mecanismos por planes de incentivo:**

Este programa va dirigido principalmente a grandes cargas como industrias, comercio, regiones, ya que se busca una desconexión remota de alguna carga, este mecanismos relaciona los dos anteriores ya que con esto se busca aumentar la confiabilidad del sistema y resolver a su vez condiciones críticas de economía.

Cómo se puede ver a pesar de que existan finalidades diferentes con la variación del mecanismo, éste con el tiempo me brinda beneficios en todos los aspectos del sistema, tanto comercial como técnicamente.

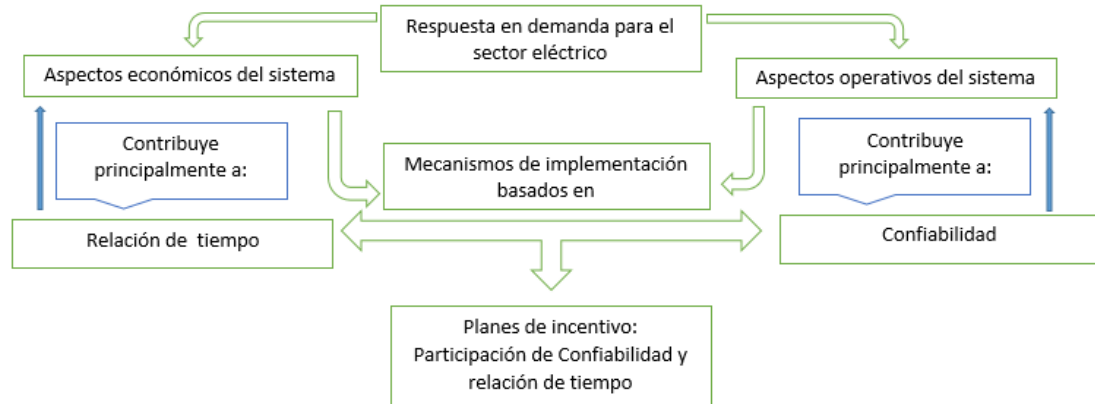


Fig. 2. Esquema de implementación de programas de respuesta en demanda.

En la figura 2 se muestra la relación entre los mecanismos de los programas de respuesta en demanda y su principal aporte a cada componente del sistema eléctrico,

### 3.4 Costos relacionados

Aquí se expone algunos costos que de manera previa se deben de tener en cuenta sin considerar las acciones correctivas que en el transcurso del proyecto pueda tener, estos costos como se indicó al inicio del capítulo, son costos de naturaleza cualitativa. Para empezar, este nuevo modelo de negocio tiene los gastos mínimos que se tiene al surgimiento de cualquier empresa, estos varían dependiendo de los clientes y el mecanismo a emplearse, por esto se discrimina los costos en relación a los cliente y los mecanismos.

#### **Costo 1:** Para clientes de gran consumo

Los costos relacionados a estos clientes son el de mayor valor, dado que es el cliente más significativo que se pueda tener en este modelo de negocio, por los grandes niveles de energía que presenta su consumo, por ende una variación de esta demanda se verá claramente reflejada en el sistema. Sus costos giran alrededor del mecanismo a implementar, ya que debe ser un mecanismo sofisticado, actualizado y eficiente para evitar una mala medición o predicción me generaría una pérdidas muy grandes económicamente y un posible fallo en términos operativos [8] [14].



**Costo 2:** Para clientes de mediano consumo

Los costos para este tipo de cliente se reducen ya que el mecanismo de cierta manera no debe ser tan estricto como el anterior dado que lo que se busca con este tipo de cliente es mejorar la confiabilidad del sistema entorno a relaciones económicas, y por ende sus intervalos de tiempo en la transacción se reducen a las horas pico críticas del sistema, haciendo así una medición más práctica y simple para el proyecto.

**Costo 3:** Para clientes de bajo consumo

Los costos para este tipo de cliente a comparación de los anteriores son de cierta manera reducidos por parte del mecanismo ya que el control aquí es menos intervalos de tiempo y por ende la simplicidad del proceso reduce estos costos, pero se incrementa un poco al momento de la concientización y pedagogía alrededor del tema, ya que se trata con clientes residenciales y entran a jugar costumbre, hábitos y entre otras características que se observan en las consideraciones

**3.5 Consideraciones para implementación de los programas**

A continuación se mostrarán un conjunto de recomendaciones culturales por parte de los usuarios que se deben tener presente para diseñar o implementar un modelo de negocio basado en la participación de la demanda.

**Ubicación geográfica:**

Esto es muy importante ya que dependiendo de la ubicación geográfica de la región, varían los niveles de consumo, costumbres y hábitos de la población, es decir, no son los mismo comportamientos de una ciudad costera a una ciudad en el área Andina, hay una diferencia y se deben de tener en cuenta ya que el mismo mecanismo puede funcionar en una región y en otra no.

**Curva de demanda:**

Este otro factor es de gran importancia al momento de incluir los cliente de mediano consumo, ya que la operación del mecanismo gira alrededor de las horas pico del sistema, por ende el estudio de la curva de demanda es necesario para estos escenarios.

**Hábitos de consumo:**

Como se viene describiendo los hábitos de consumo de una población es un dato importante, dado que la respuesta en demanda es la variación de estos hábitos, se deben de conocer los iniciales para saber entorno a qué se harán las modificaciones.

**Costumbre y/o culturas:**

Dado los innumerables grupos de interés que tiene la energía eléctrica es necesario conocer las culturas y costumbres que se presentan en las diferentes regiones al momento del consumo de energía eléctrica, puesto que con las tendencias culturales se pueden hacer apreciaciones de consumo de energía eléctrica similares a las de ubicación geográfica. Por ejemplo un programa se debe ofrecer de una manera diferente para una región enfocada al desarrollo educativo que una región enfocada a un desarrollo capitalista, los patrones al momento de ofrecer los mecanismos tendrán algunas diferencias

## **Capítulo 4**

### **Experiencia de los programas de respuesta en demanda**

En este capítulo se presentan las experiencias que se han tenido con los programas de respuesta en demanda, tanto para casos internacionales como para casos nacionales, se explicará la razón del incremento de los programas en unas zonas más que otras, el mecanismo que se usa y sus beneficios relacionados para caso de éxito.

Hoy en día se encuentra que para algunos países se tiene un mayor avance en el tema que para otros, y esto va reflejado por la necesidad ya que se proyecta un aumento en demanda eléctrica del 70%, este dato no es proporcional a nivel mundial, existirán países que aporten más y otros menos, USA es un caso en el claramente aportará el 70% o más en el incremento de su demanda y dado que su matriz de generación de energía responde a un 75% producida a través de combustibles fósiles, es un país que entra en la necesidad de emplear este tipo de programas y por eso a nivel mundial es un referente en el aspecto.

#### **4.1 Experiencia internacional**

Como se mencionó anteriormente los surgimientos de los nuevos modelos de negocios se da por el incremento de la demanda eléctrica la cual se pronostica que sea de un 70% más que la actual, dado esto, existen países los cuales tienen una gran demanda de energía eléctrica y en los cuales su generación en gran medida es dada por energía no renovables, son estos entonces, los tipos de países que por su gran necesidad por el impacto ambiental recurrieron primero a implementar nuevos modelos de negocios. Países como Alemania, Estados Unidos y entre otros, son países en los cuales ya se tiene una gran experiencia con la implementación de programas de respuesta en demanda, muchas de ellas, la gran mayoría con éxito en los resultados, donde se logran ver unos claros e importantísimos beneficios para el sector eléctrico en general y sus grupos de interés.

En la actualidad se ha llegado muy lejos con este nuevo modelo de negocio en torno a los resultados que presenta la implementación de estos mismos. A diferencia de Colombia, en el que sólo se trabaja respuesta en demanda con beneficios enfocados principalmente a la confiabilidad del sistema, se tiene que ya se implementan estos programas con un principal

objetivo diferente, y es enfocar éste a beneficios económicos, y lo mejor aún es que a pesar de ser este el principal objetivo, los beneficios que se aportan inmediatamente a los aspectos de confiabilidad del sistema son notorios. Es por todo esto que se ha venido incrementando la implementación de los programas llegando al punto en el que hoy en día se consolidan empresas dedicadas al modelo de negocio respuesta en demanda, las cuales brindan este aspecto entre otros. Estados Unidos es un pionero y ya contiene empresas como omh connect [9] la cual cuenta con una clientela en diferentes niveles de consumo de energía y para la cual están abiertos los diferentes mecanismos de implementación de los programas, también se tienen experiencias de implementación como NEDRI en New England, CAISO en California y en las cuales la implementación ha obtenido éxito en los resultados como se muestra en el capítulo 6.

En conclusión se tiene que a nivel internacional se han dado unos grandes avances en torno a los mecanismos de aplicación de los programas y que estos giran alrededor de los grandes beneficios sociales que traen y también su inmediata ayuda a la confiabilidad del sistema, es por este tipo de experiencias que se deben de ir considerando las diferentes maneras de operación de los programas a nivel nacional.

## **4.2 Experiencia nacional**

Los modelos de negocios relacionados con la respuesta del consumidor empiezan a tener en Colombia una visión más detallada para el mercado eléctrico, y esto se da ya que se crea una conciencia de cambio y en el cual se acepta que a pesar de tener una fuente renovable de generación tan grande para el suministro de energía nacional se deben de considerar otros campos que también me ayuden a seguir contribuyendo al mejor desarrollo para el sector eléctrico. A parte de esto se evidencian experiencias internacionales las cuales presentan unas grandes contribuciones al sector en general y este el pilar que nos lleva a considerar este tema.

En el 2006 la CREG dictamina la resolución 071 en la cual se le hace un llamado a considerar modelos de negocios relacionados con la respuesta del consumidor, para éste entonces se

definen unos cuantos participantes y bajo qué condiciones se haría el modelo de negocio, y todo esto gira alrededor del cargo por confiabilidad, es decir la respuesta en demanda en Colombia surge sólo para resolver situaciones de confiabilidad del sistema eléctrico.

Hoy, 2018, el panorama para los programas de respuesta en demanda sigue teniendo la misma finalidad pero se le ha brindado una estructura más clara a los avances que el sector presentaba y sigue presentando. Hoy se tiene una resolución CREG 007 del 2018 [10] en la cual se centraliza puramente en la respuesta del consumidor, y a comparación de sus inicios en este caso se tiene una mayor identificación del modelo de negocio, donde se le aumentan detalles y se identifica de mayor manera el mercado como se podría desenvolver. A parte de esto se debe tener presente los demás avances ya que dichos programas abarcan una gran cantidad de clientes, y entorno a estos avances se tiene la resolución 030 del 2018 [11] la cual nos integra las microredes y se da un flujo bidireccional de potencia, es decir el usuario con autogeneración ya puede entregarle energía a la red. Y este es el panorama actual de Colombia con muy pocas experiencias en el caso pero con unas leyes que les empieza a dar nombre e inicio.

A continuación se presenta un caso muy conocido de respuesta en demanda en Colombia, el cual se realizó con una finalidad que contribuía a la confiabilidad del sistema [12].

Dicho caso fue el programa “apagar paga” el cual fue ofrecido por los entes gubernamentales a los usuarios no regulados con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica, dado que el país afrontaba en este momento una crisis climática y las temperaturas eran bastante altas, y no obstante con esto, el país iniciaba el año con grandes incrementos en el consumo de energía eléctrica, razones por las que se tomó la decisión de recurrir a este proyecto. Este programa estaba basado en un plan de incentivo en el que si un usuario consumía menos de una tasa promedio de energía eléctrica se ahorraría por kw-h un valor de \$450, pero en el caso contrario cuando consuma por encima de la tasa promedio, pagaría un valor de \$450 adicionales por kw-h [13].

Con la implementación de este programa se tuvieron resultado esperados y positivos como así lo afirma XM en su informe anual donde se nota una disminución de consumo de energía eléctrica en el año 2016 comparado con el año 2015 cómo podemos ver en la figura 2.

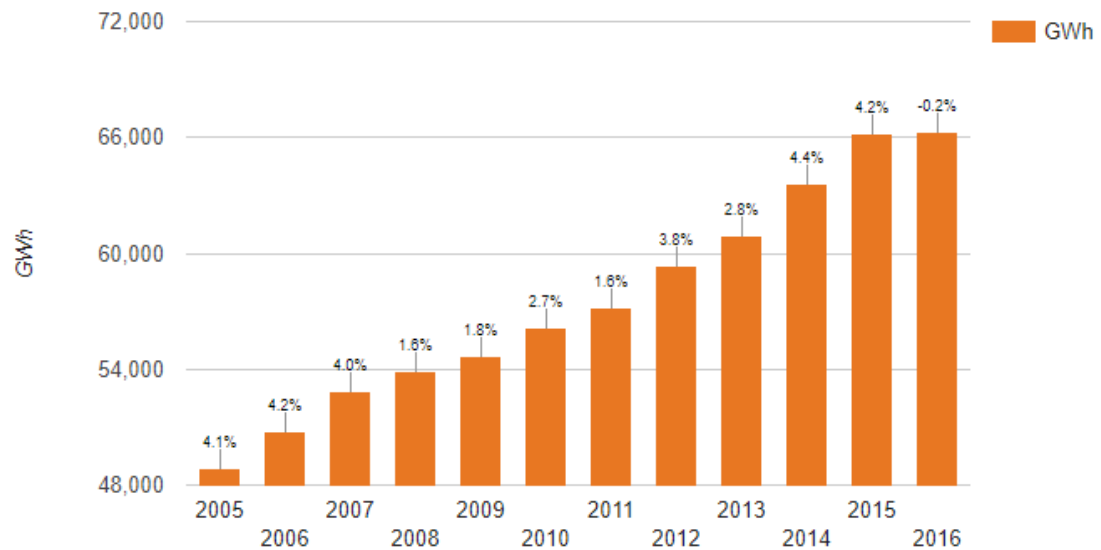


Fig. 3. Comportamiento de la demanda anual de energía eléctrica en Colombia [12].

Para este caso se evidencia una disminución del 0.2% lo que afirma el éxito del programa, dando una variación a los patrones estadísticos y rompiendo la tendencia incremental que se venía presentando en todos los años.

## **Capítulo 5**

### **Estudio caso internacional**

En este capítulo se busca información internacional de casos relevantes en el tema y que han operado bajo mecanismos diferentes al del cargo por confiabilidad, específicamente se profundiza en el beneficio comercial y de mercadeo que esto aporta a todos sus grupos de interés, dando a conocer la manera cómo surge el modelo de negocio, la estructura aplicada y recomendada por algunos expertos en el tema, algunos principios de funcionamiento de los programas, recomendaciones para la implementación de los mecanismos y finalmente los beneficios logrados. Evidenciando así el porqué es necesario empezar a implementar estos tipos de mecanismos en el entorno local.

#### **5.1 Descripción del caso**

Para el caso de estudio se escoge NEDRI y es la iniciativa a los programas de respuesta en demanda para la región de New England [14], es elegida para este proyecto cómo caso de estudio por tres razones principales, la primera es que es una gran región de estados unidos que contempla varios estados, segundo porque es un caso vigente el cual lleva más de 15 años en funcionamiento y tercero por la forma en la que se da el proyecto, ya que como veremos en el surgimiento, nace de una relación de diferentes gremios que acoge el sector eléctrico.

#### **5.2 Surgimiento**

NEDRI surge de una iniciativa estatal que buscaba un desarrollo social para diferentes intereses, como lo es el medio ambiente, bienestar social, mejora en la economía y entre otras. Para establecer las bases claras de este proyecto se consideraron opiniones, recomendaciones y demás tipos de aportes por todos los grupos de interés que contiene el sector eléctrico, con esto se logra una mejor transparencia en el proyecto y una mejor operatividad dado lo profesional que son todos sus grupos de interés, como son, generadores, reguladores, comercializadores, y demás. De esta forma surge el proyecto NEDRI y el cual

se considera un proyecto transparente por la gran participación de diferentes organizaciones que hubo en su desarrollo.

### 5.3 Estructura comercial

A continuación se revisa la estructura comercial que NEDRI presenta para la operación de programas de respuesta en demanda, dicha estructura no sólo es empleada en el proyecto NEDRI sino, también, en otros caso exitosos se ha implementado la misma estructura, en la figura 4 se visualiza dicha estructura traída al contexto local en fin de hacer una semejanza y establecer una mejores relaciones.

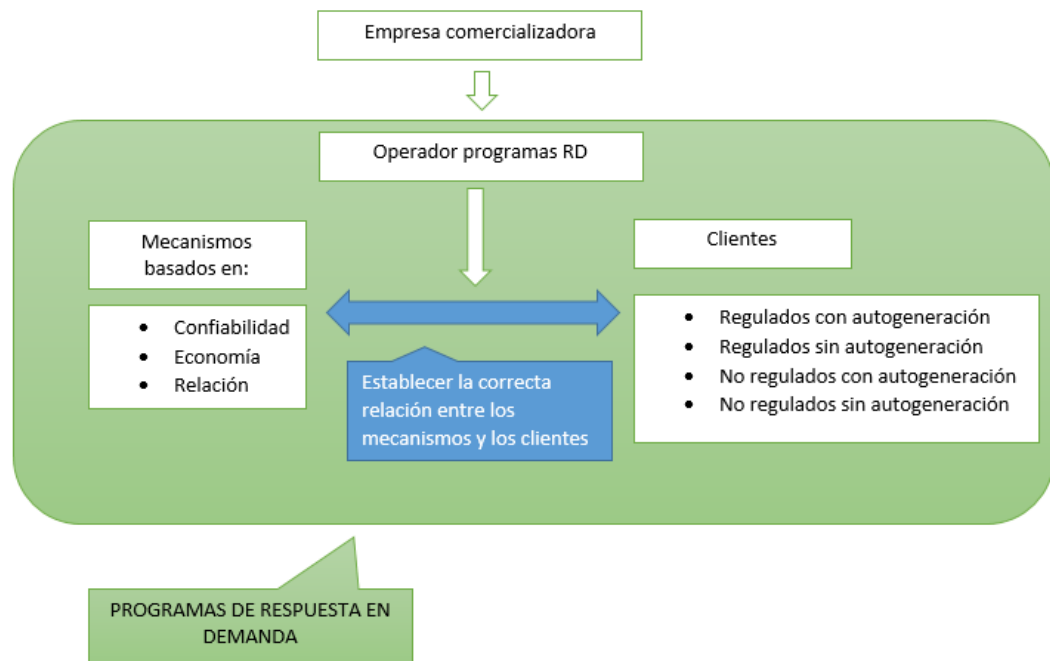


Fig. 4. Estructura comercial de los programas de respuesta en demanda traída al caso nacional.

Entonces, lo que se tiene internacionalmente y lo que se recomienda es que exista un operador de programas de respuesta en demanda o proveedor como lo llaman internacionalmente, que esté o no ligado a la empresa comercializadora y que como me describe en la figura,



establezca éste la correcta relación entre los clientes y los diferentes mecanismos de participación de los programas, a toda esa gran operación es lo que se llama programas de respuesta en demanda.

Para el caso NEDRI que involucra diferentes estados se tiene una relación de igual sentido pero mayor magnitud, es decir en la región de New England se tienen varias empresas comercializadoras y por ende surgieron varios proveedores de programas de respuesta en demanda, y no necesariamente se da la transacción entre comercializador y proveedor, entre proveedores también se pueden establecer algunos vínculos que me fortalezcan el desarrollo.

#### **5.4 Bases para principios de operación**

Para este ítem se identifican las bases que se plantearon al inicio del proyecto NEDRI, ya que como todo proyecto se debían trazar una finalidad clara con esta implementación, por esto surge las bases alrededor de las cuales NEDRI debe desarrollarse para satisfacer a la mayoría de sus grupos de interés, y controlar los impactos que el sector eléctrico en general presenta mediante su mismo desarrollo, cómo lo son financieros, estructurales, operativos, ambientales y entre otros.

A continuación, se encontrará la relación entre estas bases para los principios de operación y la descripción de cada una de ellas [14].

##### **5.4.1 Eficiencia y productividad**

Maximizar el valor de los servicios de electricidad (Generación, transmisión, distribución, comercialización) en la región a medida que se minimice el costo social total de la producción, y el suministro y uso de la electricidad.

##### **5.4.2 Uso de las fuerzas del mercado**

A medida que se disminuye un modelo verticalmente integrado, la estructura del mercado presenta variaciones en las cuales se produce un cambio en las fuerzas que éste posee, logrando un mercado más participativo a todos sus grupos de interés.

### **5.4.3 Rol de la política pública**

Dado las variaciones que se producen en la fuerza del mercado, los roles públicos deben de participar con el fin de regular dichas variaciones y aportar un crecimiento al proyecto bajo las condiciones públicas que éstos presenten.

### **5.4.4 Integración**

Una condición muy importante para el buen desarrollo de los programas es que surja una integración de diferentes programas basados en diferentes mecanismos para así fortalecer diferentes ramas del mercado y no fortalecer exclusivamente una, y así se logra dar una mayor estabilidad a los avances del proyecto.

### **5.4.5 Protección del medio ambiente**

Más allá de los beneficios de confiabilidad y económicos de los programas, éstos no serían viables si no se tiene una protección al medio ambiente. Y con estos programas surge contribuciones al medio ambiente mediante la eficiencia energética, reducción o control de la hora pico, y generaciones a pequeña escala con energías renovables.

### **5.4.6 Simplicidad administrativa**

Para el momento de implementar un programa de respuesta en demanda se debe manejar una simplicidad bajo las regulaciones que éste presente con el fin de dejar avanzar el proyecto, ya que si se llega a dar condiciones administrativas severas puede llegar a ser contraproducente para el mismo desarrollo del programa.

## **5.5 Principios para operar en el mercado**

### **5.5.1 Introducción**

En esta parte de la experiencia internacional se analizará en concreto las relaciones que se tuvieron en el mercado eléctrico con nuestro modelo de negocio y que fueron pilar para la ejecución y hasta ahora actual proyecto NEDRI.

Cómo se puede evidenciar en las bases del proyecto, éste refiere varias bases a los temas comerciales y de mercadeo, puesto que el volver la demanda una demanda dinámica, da como resultado un fuerte golpe a esa estructura de mercado verticalmente integrada y tiende a volver el mercado un poco más flexible, y sabiendo manejar esta flexibilidad se obtienen grandes resultados para todos los grupos de interés.

Por esto a continuación se revisarán las estrategias usadas en el proyecto NEDRI, teniendo claro que estos modelos de negocios depende mucho de la ubicación geográfica, se puede igualmente hacer unas relaciones y o semejanzas para nuestro entorno local, entendiendo estas estrategias se revisará luego unas recomendaciones alrededor de dichas estrategias para fortalecer el mercado y controlar los cambios que se presentan por dicha integración de la demanda dinámica.

### **5.5.2 Estrategias**

Nedri aglomera tres grandes estrategias de mercadeo al momento de implantar los programas de respuesta en demanda las cuales describiremos a continuación.

#### **Estrategia 1: Mejora de precio para los clientes minoristas**

Cómo se sabe bien la demanda es inelástica porque teóricamente se tiene que los usuarios están dispuestos a pagar cualquier cantidad de dinero por un cierta cantidad de energía eléctrica, por ende la manera de variar esto es por medio de la economía de los usuarios, así, sí se tiene una variación en el modelo tarifario de la energía eléctrica, éste puede presentar una respuesta inducida por el precio. Por esto NEDRI propone relacionar el modelo tarifario en tres principales sub estrategias que aglomera diferentes tipos de clientes.

#### **Sub estrategia 1: Relación de tiempo real para cargas grandes**

Esta se basa en clientes de grandes consumos de energía eléctrica y lo que busca es una variación del precio de la energía con una gran frecuencia en los intervalos de tiempo que se tienen para el día.

### **Sub estrategia 2: Relación de tiempo en picos críticos para cargas medianas**

Este se basa en cliente comerciales y o industriales que su consumo sea medianamente considerable para el sistema y disminuye la frecuencia de la variación del precio en los intervalos del tiempo del día, pero se presenta una variación para las horas críticas del sistema, entendiendo así, que es una estrategia que contempla en gran medida términos de confiabilidad, pero también es una puerta al modelo comercial y a la economía que representa esta implementación.

### **Sub estrategia 3: Relación de bloques invertidos de tiempo para cargas pequeñas**

Esta se basa para cargas pequeñas, tipo residenciales y a comparación de las anteriores la frecuencia de la variación del precio de la energía en el día disminuye dado que es un control más sofisticado y por eso se dan un mayor margen de tiempo en los cuales se crean que en dichos intervalos los usuarios puedan operar de buena manera con lo que los programas de respuesta en demanda dictaminen.

## **Estrategia 2: Apoyar la respuesta de la demanda en el mercado masivo**

Esta estrategia se debe implementar o al menos considerar una vez se haya implementado la estrategia 1, ya que después de tener un mecanismo el cual sirva de medio para dar respuesta a la demanda, éste debe ser orientado a los clientes y por ende se es necesario apoyar a los clientes para que opten por este tipo de negocio o servicio. Al igual que en la estrategia 1 se desglosan aquí tres subestrategias que siguen siendo discriminadas por su nivel de consumo.

### **Sub estrategia 1: Diseño de nuevas tasas de tarifación y mediciones avanzadas**

Esta sub estrategia es una de las más importantes y rigurosas que se deben de implementar, dado que aquí es donde teóricamente se toca el tema y cambiamos de modelo inelástico a modelo elástico en la curva de demanda agregada, por ende se debe hacer una investigación rigurosa para el método de tarifación, con el cual se puedan evidenciar los beneficios que trae los programas de respuesta en demanda. Las mediciones avanzadas darán en gran medida

mejores datos que ayuden al progreso de estos proyectos, como se indicó bien es algo de mucho cuidado y por eso la medición debe ser lo más exacto posible.

### **Sub Estrategia 2: Perfil de carga**

Esta sub estrategia 2 va entonces dirigida a los clientes de mediano consumo y lo que brinda es un servicio que en primera instancia me mejores los perfiles de carga de los modelos de distribución, haciendo la curva de demanda un poco más reducida en sus horas pico y más integrada en sus horas valle, basada también en un modelo de transacción al momento de optar por este programa.

### **Sub Estrategia 3: Eficiencia energética**

Sin lugar a duda la eficiencia energética es el gran avance del momento y es incluir al desarrollo eléctrico los pequeños clientes, como residenciales y por medio la eficiencia energética, una buena administración de esta, representa un modelo de respuesta en demanda.

### **Estrategia 3 Esfuerzos transversales**

Finalmente esa estrategia la compone la relación de las anteriores, y es que una vez clarificado el mecanismo del programa dependiendo del tamaño de la carga y la manera en que se puede masificar la participación, ingresan aquí unos esfuerzos transversales que van en relación a éstos. Y es que implementar estos programas al inicio se debe de hacer un esfuerzo claro está, hasta poder afianzar y reconocer el cambio que se presenta en el sector económico.

Por ende, como se vienen relacionando, este grupo también lo compone tres sub estrategias que las relacionan de manera respectiva.

### **Sub estrategia 1: Reformas del servicio por defecto**

Como vamos viendo las sub estrategias 1, van directamente relacionado para negocios con clientes de gran tamaño, por ende en los esfuerzos transversales se tiene los esfuerzos que se deben de hacer de parte y parte de los participantes del mercado que los acoja, para esta sub

estrategia tenemos que los participantes en gran medida son clientes de gran tamaño y por otro lado las grandes políticas que rigen esto, por ende los esfuerzos en esta medida vienen dado a las reformas que se deben de presentar en el servicio con tal de cubrir los programas de respuesta en demanda eficientemente.

### **Sub estrategia 2: Programas de carga cortable**

Aquí los esfuerzos transversales me relacionan los clientes de mediano tamaño y los supervisores del funcionamiento del sistema operativo, ya que este tipo de mecanismo me induce los programas de respuesta en demanda por medio de los servicios de confiabilidad, ya que al momento de brindar una reducción de consumo eléctrico en las horas pico se tiene también un beneficio económico.

### **Sub estrategia 3: Mejorar la participación de la empresa distribuidora**

Aquí en esta sub estrategia donde relacionamos los clientes pequeños de bajo consumos, los esfuerzos en gran medida vienen por parte de las empresas comercializadores de la energía eléctrica, ya que son ellas las que representan y respaldan a dichos cliente, por ende, es muy necesario la participación y colaboración de éstos para aproximarse a este tipo de usuario.

#### **5.5.3. Efecto de las estrategias**

Estas estrategias tienen como efecto los avances del proyecto, puesto que se supo relacionar de una manera muy coherente los participantes que tiene el mercado eléctrico y los roles que estos emplean. Así es que se fortaleció una de las bases de los principios de operación y es la integridad, haciendo la inclusión correcta con todos los grupos de interés, y generando así unos avances que hasta hoy en día siguen vigentes.

## **5.6 Conclusiones**

A continuación revisaremos en groso modo lo que internacionalmente se tiene en un caso específico, para esto se revisa la tabla 1 que compacta todas las ideas y estrategias anteriormente descritas.

En primera instancia se tiene que las tres estrategias se deben de aplicar de una manera simultánea o en cadena con el orden numérico que se tiene, ya que el orden de este tipo de proyectos, es crear en primera instancia los mecanismos con los que se pueda dar participación a la demanda, posterior se debe apoyar e incentivar estos tipos de mecanismos, y finalmente a la hora de implementarse se deben reconocer los esfuerzos que se deben de realizar por parte de los participantes con la finalidad de que el proyecto logre su éxito.

Se puede observar como la tabla 1 se tienen tres sub estrategias 1 que vienen desligadas de las estrategias bases o fundamentales y dichas tres sub estrategias van directamente a los clientes de gran consumo, para esto entonces, se crea un mecanismo, posterior se crea una forma de apoyar dicho mecanismo y finalmente se brinda el espacio en el cuál actuarán los participantes y sus debidas acciones a seguir. Lo mismo ocurre con los otros dos tipos de clientes, también se brinda el mecanismo, luego se nutre o se apoya la participación de éste y finalmente se reconocen los participantes y su debida acción a seguir.

		ESTRATEGIA 1	ESTRATEGIA 2	ESTRATEGIA 3
DESCRIPCIÓN		Mejora de precios para clientes minoristas	Apoyar la participación de la demanda en el mercado masivo	Esfuerzos transversales
CLIENTES GRAN CONSUMO	DE	<b>Sub. E 1:</b> Precios en tiempo real	<b>Sub. E 1:</b> Diseño de nuevas métodos de tarificación y mediciones avanzadas	<b>Sub. E 1:</b> Reformas del servicio por defecto
CLIENTES MEDIANO CONSUMO	DE	<b>Sub. E 2:</b> Precios picos críticos	<b>Sub. E 2:</b> Perfil de carga	<b>Sub. E 2:</b> Programas de carga cortable
CLIENTES BAJO CONSUMO	DE	<b>Sub. E 3:</b> Tasas de bloques invertidas	<b>Sub. E 3:</b> Eficiencia energética	<b>Sub. E 3:</b> Mayor participación de las empresas comercializadoras a los programas

Tabla 1. Relación Estrategias-Clientes.

## **Capítulo 6**

### **Conclusiones**

- Se logra entender las finalidades del proyecto presentado en el capítulo 1 en cuanto a las proyecciones futuras que vendrán para el sector eléctrico con la inclusión de las nuevas tecnologías. Siendo respuesta en demanda un camino adicional que puede controlar el impacto de dichas actualizaciones.
- Se logra identificar las variaciones que sufren diferentes áreas del sector eléctrico como lo son la parte operativa y comercial con la implementación de programas de respuesta en demanda, posterior se identifica que dichas variaciones tienden a beneficios los cuales bien controlados o bien manejados aportarán grandiosas ayudas al sistema en general cómo así se describe en el capítulo 3.
- Se puede afirmar el éxito de los programas de respuesta en demanda para la experiencia nacional aplicada a un mecanismo basado en la confiabilidad del sistema. Donde se encuentra una disminución de consumo de energía eléctrica del 1% para el año 2016 comparado con el año 2015, todo esto producto del programa ahorrar paga, lo que demuestra la viabilidad de éste nuevo modelo de negocio al momento de tener déficits operativos como se referencia en el capítulo 4.
- Se logra extraer las bases necesarias para ofrecer la respuesta en demanda para el caso nacional pero con una finalidad enfocada más al área comercial, estableciendo así una gran cantidad de ideas, entre bases, estrategias, y recomendaciones por todos sus grupos de interés para el correcto desarrollo y adaptación de los mecanismos, una muestra de la viabilidad de estas nuevas finalidades es el tiempo que lleva en pie dicho proyecto y que como se plantea en el capítulo 5, es un hecho que lleva más de 15 años en funcionamiento.
- Se logra evidenciar el efecto del uso de las estrategias para el caso internacional, aportando así ideas claras que relacionen los diferentes tipos clientes con las



metodologías para el inicio del proyecto, donde se promueve inicialmente una idea que los relaciones, posterior se debe realizar la promoción a esta idea y finalmente se encuentran los agentes que involucra este proyecto para identificar los esfuerzos transversales que se deben de hacer para el éxito del programa.

- Se da a entender las bases necesarias o mínimas que debe tener los programas de respuesta en demanda para el éxito en la implementación, teniendo en cuenta todos los participantes que influye el cambio en el mercado, otorgando así las mejores garantías para los grupos de interés que se relacionen en dicho proyecto.

## Capítulo 7

### Bibliografía

- [1] Resolución No 071. CREG. Bogotá Colombia. 2006.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/243937481e5177820525785a007a6f75?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucionCREG071-2006>
- [2] Unesco “*Informe de las naciones unidas sobre los recursos hídricos*”. Unesco. Informe de reunión. SC.2014 / WS / 2. 2014.
- [3] [www.emprendedores.es](http://www.emprendedores.es)- Emprendedores. 2017. ¿Qué significa modelo de negocio? (<https://www.emprendedores.es/crear-una-empresa/a69057/que-significa-modelo-de-negocio/>)
- [4] [www.enelx.com](http://www.enelx.com) – Enel X. Respuesta de la demanda.  
<https://www.enelx.com/es/faq/eindustry/la-respuesta-a-la-demanda>
- [5] Mercados de energía eléctrica. Asignatura IE04E. Departamento de ingenierías. Universidad tecnológica de Pereira. 2017
- [6] Paola Baratto Callejas. “*Implementación de un programa de respuesta de la demanda de energía eléctrica en un mercado de clientes no regulados en Colombia*”. Tesis. Universidad Javeriana. 2010
- [7] Alberto del Rosso, Andrés Ghia. “*Análisis de la respuesta en demanda para mejorar la eficiencia en los sistemas eléctricos*”. Fodeco. Buenos Aires. Informe técnico. 978-987-25874-2-0. 2009
- [8] Cristhian Grisales, Luis Figueroa. “*Respuesta en demanda y su posible Impacto en el sector eléctrico colombiano*”. Tesis. Universidad tecnológica de Pereira. 2012
- [9] Burguer, S. *Business Models for Distributed Energy Resources*. 1<sup>st</sup>. Massachusetts institute of Technology. 2016

- [10] Resolución No 007. CREG. Bogotá Colombia. 2018.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/2a91d4ccb5374eb805258250004a0828?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucionCREG007-2018>
- [11] Resolución No 030. CREG. Bogotá Colombia. 2006.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191?OpenDocument>
- [12] XM. “*Informe de operación del SIN y administración del Mercado*”. CND. Informe técnico. Medellín. 2016
- [13] [www.portal.gestiondelriesgo.gov.co-](http://www.portal.gestiondelriesgo.gov.co/) UNGRD. Apagar paga.  
<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2016/Apagar-Paga.aspx>
- [14] NEDRI. “*Dimensions of demand response: Capturing customer based in new England is power systems and markets*”. Reporte y recomendaciones. New England. 2003